

## ESTIMACIÓN DE ECUACIONES TRIMESTRALES DE VARIACIÓN DE EXISTENCIAS\*

William Baeza L.\*\*  
Rodrigo Caputo G.\*\*

### I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la variación de existencias como fracción del PIB ha aumentado en forma significativa (ver gráficos 1 y 2), hasta alcanzar un valor récord de 2% a comienzos del año móvil 2005.<sup>1</sup> Ajustes abruptos en esta variable se mencionaban como un factor de riesgo relevante en el *Informe de Política Monetaria* de mayo de 2005, riesgo que se ha reducido según consigna el *Informe* de septiembre pasado.

Ahora bien, ¿cómo se pueden interpretar los movimientos de la razón entre inventarios y PIB? o, puesto de otra forma, ¿qué decisiones económicas determinan su evolución? En grandes líneas, podemos distinguir dos visiones alternativas que buscan explicar el comportamiento de los inventarios. Por un lado, una acumulación importante de existencias puede indicar que el gasto ha resultado menos dinámico que la producción. Esto sería coherente con un modelo de producción estable donde las firmas buscan estabilizar el nivel de producción, independientemente de la evolución de las ventas. Por el contrario, este fenómeno puede reflejar una acumulación voluntaria de existencias por parte de las empresas que vislumbran un escenario de gasto más dinámico en el futuro. Por tanto, las firmas acumulan existencias de forma tal de poder satisfacer demandas futuras sin tener que hacer modificaciones abruptas a la producción. Este enfoque se denomina “modelo de acelerador de inventarios.”

Las implicancias de ambos enfoques, a pesar de que explican el mismo fenómeno, son distintas. En

particular, ante un incremento de la razón existencias a PIB, un modelo, el de producción estable, sería coherente con un escenario en que el gasto se está desacelerando mientras el otro, el de acelerador de inventarios, en iguales circunstancias sugeriría una aceleración del gasto agregado. En este sentido, contar con un modelo de comportamiento para los inventarios permitiría entender las causas que están tras los movimientos observados en esta variable. Adicionalmente, este modelo permitiría realizar proyecciones de la misma.

En la actualidad, el modelo trimestral de gasto utilizado en la Gerencia de Análisis Macroeconómico del Banco Central de Chile considera una ecuación de variación de existencias (medidas como porcentaje del PIB) que depende de sus propios rezagos y de la tasa de crecimiento de las importaciones totales.<sup>2</sup> La inclusión de los rezagos se justifica por un eventual mecanismo de corrección de errores o inercia, mientras que el crecimiento de las importaciones captura el hecho de que una fracción importante de las existencias es importada. Este modelo no permite identificar los determinantes últimos de la acumulación de existencias. Por lo mismo, no es de uso frecuente en la elaboración de proyecciones. En general, la variación de existencias proyectada se obtiene de forma residual: es la diferencia entre la proyección del PIB y la proyección de cada uno de los componentes de la demanda agregada.

En este documento se avanza para superar las limitaciones del actual modelo de inventarios. Para esto, se estima un modelo de comportamiento para

\* Se agradecen los comentarios de Mauricio Gallardo y Claudio Soto.

\*\* Gerencia de Análisis Macroeconómico, Banco Central de Chile.

<sup>1</sup> Las cifras en año móvil, para cada trimestre, corresponden a la suma del año terminado en dicho trimestre.

<sup>2</sup> Ver Banco Central de Chile (2003), p. 40.

este componente del gasto. Utilizando datos trimestrales para el período 1997:1-2005:1, se concluye que la evolución de la variación de existencias responde principalmente a presiones de demanda y al costo de oportunidad de mantener dichos inventarios.

Esta nota se estructura de la siguiente forma. En la segunda sección se presenta el marco teórico que vincula la evolución de los inventarios con determinadas variables macroeconómicas. La tercera sección describe los datos y los resultados, y la última sección entrega las conclusiones.

## II. MARCO TEÓRICO

En la literatura se pueden distinguir, desde un punto de vista teórico, dos modelos que explican la acumulación de existencias: el modelo de producto estable y el modelo de aceleración de inventarios.

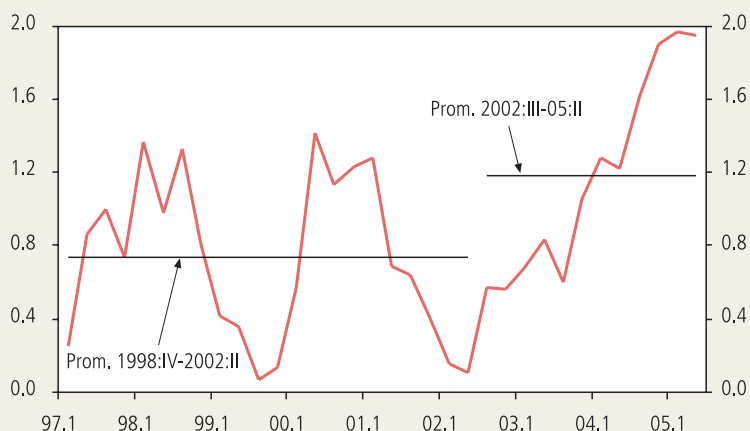
### 1. Modelo de Producto Estable

Este modelo postula que, como una estrategia para minimizar costos, las empresas buscan mantener el producto estable, independiente de la tendencia de las ventas. Se argumenta que sería costoso mantener un flujo de producción similar al flujo de ventas, pues la variabilidad de las ventas se traspasaría a la producción, y habría que hacer ajustes permanentes en las cantidades de insumos demandados, con los costos y riesgos asociados a las variaciones de precios y de disponibilidad. Para evitar dichos costos, se opta por una estrategia de producción constante, de manera que en los ciclos de demanda expansivos se desacumulan existencias como una manera de evitar fluctuaciones bruscas en la producción. En este caso, las existencias tendrían un comportamiento contracíclico.

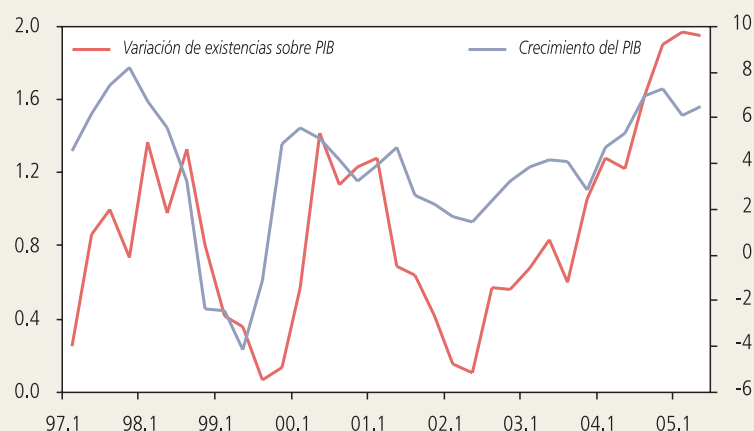
### 2. Modelo de Aceleración de Inventarios

Este segundo modelo postula que, ante el riesgo de que la demanda se expanda más allá de la capacidad

**GRÁFICO 1**  
**Evolución Trimestral**  
**de la Variación de Existencias sobre PIB**  
(año móvil, cifras reales, porcentaje)



**GRÁFICO 2**  
**Variación de Existencias sobre PIB**  
**y Crecimiento del PIB**  
(porcentaje)



productiva de corto plazo, las empresas acumulan más existencias cuando las expectativas de crecimiento de la demanda se muestran más dinámicas. Así, se incrementan los inventarios cuando la economía se encuentra en una fase expansiva. Bajo este paradigma, las existencias tendrían un comportamiento procíclico.

En la literatura encontramos evidencia a favor del modelo acelerador. Intentos por armonizar el modelo de producción constante a los datos han

sido poco exitosos y, en el mejor de los casos, polémicos. En efecto, Blinder (1986) presenta un modelo corregido de producción constante que le permite explicar adecuadamente los datos. No obstante, reconoce que “las correcciones que se realizan se asemejan a las que se hacían al modelo astronómico de Ptolomeo para poder explicar algunas irregularidades entre este y los datos.” Miron y Zeldes (1988), a su vez, intentan ajustar el modelo de producción constante a los datos incorporando costos de *shocks* y estacionalidad al modelo. Sus resultados entregan sólida evidencia contra el modelo de producción constante. Por su parte, Crevits et al. (1999) concilian ambos modelos, utilizando datos trimestrales de las cuentas nacionales de Bélgica. Mediante un modelo elemental de comportamiento para la acumulación de existencias, encuentran que las firmas mantienen la producción constante en el muy corto plazo y luego adoptan un comportamiento coherente con el modelo de acelerador de inventarios. El último comportamiento predomina al utilizar datos anuales.

En términos prácticos, es posible testear la validez de los dos modelos anteriores a partir de la estimación de la siguiente ecuación:<sup>3</sup>

$$\left( \frac{\Delta EX\_NCU}{Y} \right)_t = \alpha_1 + \alpha_2 \left( \frac{\Delta EX\_NCU}{Y} \right)_{t-1} + \alpha_3 \left( \frac{\Delta CP}{CP} \right)_t + \alpha_4 \left( \begin{array}{l} \text{costo de oportunidad} \\ \text{de mantener existencias} \end{array} \right)_t$$

donde *EX\_NCU* corresponde a las existencias no cobre, *Y* es el nivel de producto y *CP* el consumo privado. Tal como se mencionó, el modelo de producción estable implica que, ante un crecimiento importante de la demanda, se desacumulan existencias de forma de mantener el nivel de producción estable. Por el contrario, el modelo de aceleración de inventarios sugiere una acumulación de existencias frente a aumentos de la demanda. Siguiendo a Crevits et al. (1999), una forma de distinguir ambos modelos es evaluar el signo del

coeficiente  $\alpha_3$ . Si este es negativo, hay evidencia a favor del modelo de producto estable. Si es positivo, la evidencia sería en favor del modelo de aceleración de inventarios.

En la implementación empírica de la ecuación anterior se testea además la relevancia de las tasas de interés, *proxy* del costo de oportunidad, en el proceso de acumulación de existencias.

### III. DATOS Y RESULTADOS

En la contabilidad nacional, la variación de existencias es una partida esencialmente residual.<sup>4</sup> Desde este año, sin embargo, se utiliza información adicional basada en encuestas, la que permite chequear la coherencia de los datos calculados residualmente (ver Gallardo y Zúñiga, 2005).

Los datos utilizados en la estimación empírica corresponden a una medida de variación de existencias no cobre.<sup>5</sup> Para la variable consumo en la ecuación anterior se utilizan datos de consumo privado. Alternativamente, como variable asociada a las presiones de demanda, se incorpora la demanda interna excluyendo la variación de existencias, *DA\_NEX*. Por último, el costo de oportunidad corresponde al diferencial entre la tasa de los BCU5 y la tasa de política monetaria, TPM. Las variables anteriores, excepto las existencias de cobre, provienen de datos públicos de las Cuentas Nacionales (Banco Central de Chile, 2005) y se desestacionalizan utilizando X12 (ver Bravo et al., 2002). En los gráficos 3, 4 y 5 se presentan las variables antes descritas.

En el cuadro 1, ecuación E1, se presentan los resultados de estimar el modelo anterior con datos trimestrales. Como se puede observar, el crecimiento

<sup>3</sup> Cabe notar que el modelo corresponde a un modelo de inventarios deseados y no de inventarios efectivos *ex post*.

<sup>4</sup> En efecto, este componente del gasto se estima como la diferencia entre la oferta y el uso de flujos de bienes y servicios.

<sup>5</sup> Se excluye el cobre, dado que actores importantes de dicho mercado pueden modificar de manera significativa sus inventarios guiados por estrategias comerciales (ver Informe de Política Monetaria, enero 2003, p. 21). La variación de existencias de cobre se deduce de información en unidades físicas reportada por las empresas mineras al Banco Central de Chile. Esta información no es pública.

rezagado del consumo privado tiene correlación positiva con la acumulación de existencias. Este resultado sugiere que ante una expansión de demanda, las empresas acumulan existencias, lo que valida el modelo de aceleración de inventarios. Por otro lado, el cambio en el diferencial entre las tasas larga y corta se correlaciona en forma negativa, lo que podría sugerir, por un lado, que la inversión en existencias se financia con deuda de largo plazo y que el retorno que estas tienen está más vinculado a la tasa de corto plazo, reflejando el costo de oportunidad de mantener un determinado nivel de existencias. La incorporación del cambio en el diferencial de tasas, más que el diferencial en sí, es coherente con un modelo en que el *nivel* de existencias como porcentaje del PIB es función de la tasa de interés (o del diferencial de tasas). Como resultado, la *variación* de existencias será función del cambio en dicho diferencial.<sup>6</sup> Por otro lado, el coeficiente asociado al rezago de la variable dependiente es positivo, aunque resulta estadísticamente no significativo.

Una especificación alternativa, la ecuación E2 en el cuadro 1, incorpora como variable explicativa rezagos de la demanda interna excluyendo la variación de existencias, *DA\_NEX*. Los resultados de este ejercicio sugieren, nuevamente, que ante incrementos en la demanda las empresas acumulan existencias, lo que es coherente con el modelo de aceleración de inventarios. Adicionalmente, en esta especificación la variación de existencias presenta un cierto grado de inercia; el coeficiente asociado al rezago de la variable dependiente es positivo aunque no significativo. Por último, el diferencial entre las tasas larga y corta tiene un impacto negativo sobre la acumulación de existencias. En este caso dicho diferencial entra, al igual que en el caso anterior, en primeras diferencias.<sup>7</sup>

GRÁFICO 3

### Variación de Existencias sobre PIB y Crecimiento del Consumo Privado (porcentaje)

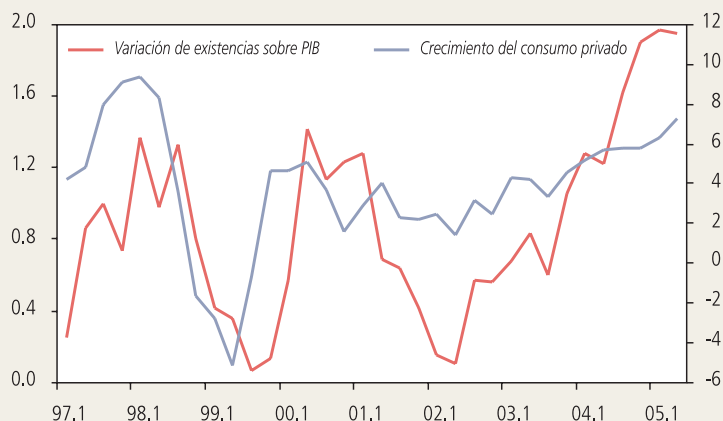
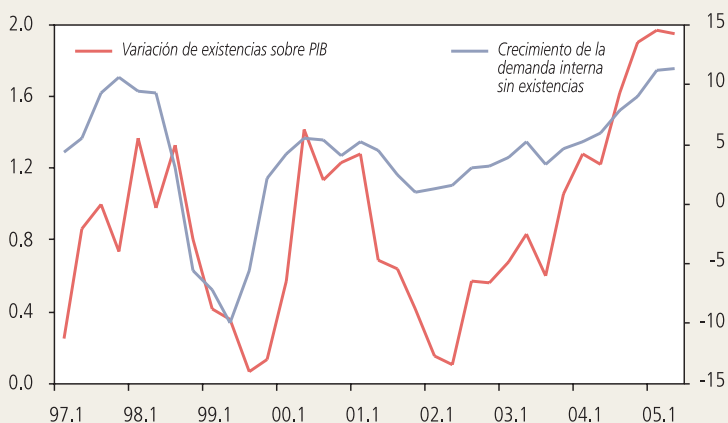


GRÁFICO 4

### Variación de Existencias sobre PIB y Crecimiento de la Demanda Interna Sin Existencias (porcentaje)

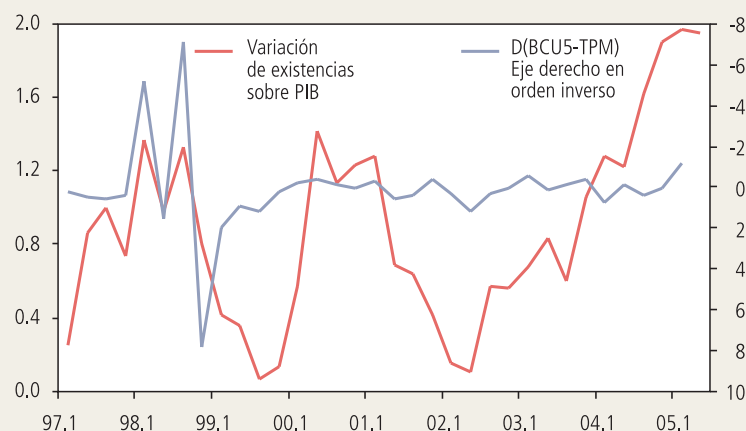


Como se puede observar en los gráficos 6 y 7, para los trimestres recientes los residuos de las

<sup>6</sup> En uno de los ejercicios empíricos se introdujo el diferencial en nivel. Los resultados no cambiaron significativamente.

<sup>7</sup> Si se considera el diferencial en niveles los resultados no cambian, aunque el ajuste de la ecuación es peor por lo que se decidió mantener la especificación en primeras diferencias.

### Variación de Existencias sobre PIB y Cambio Trimestral de BCU5-TPM (porcentaje)



especificaciones anteriores son positivos. En ambos casos estos escapan del intervalo de confianza. Lo anterior sugiere que, en los últimos trimestres, los inventarios serían mayores a los predichos por sus determinantes, información que es coherente con lo que la encuesta del IMCE muestra para el sector comercio e industria.

Ahora bien, en términos de capacidad predictiva, esta parece no deteriorarse de forma significativa en horizontes de proyección que van más allá del segundo trimestre. En efecto, el error cuadrático medio (ECM) de la segunda especificación, E2, está en torno a 1% para los distintos horizontes (ver cuadro 2).

CUADRO 1

### Ecuaciones para la Variación de Existencias No Cobre sobre PIB

	E1	E2
Constante	0.005 (3.52)	0.006 (6.97)
Variación de existencias no cobre sobre PIB (−1)	0.16 (0.95)	0.12 (0.81)
Crecimiento del consumo privado (−4)	0.21 (2.67)	
Crecimiento de la demanda interna sin existencias (−1)		0.15 (2.14)
$\Delta BCU5 - \Delta TPM$	−0.15 (−5.48)	−0.14 (−5.81)
$\Delta BCU5(-3) - \Delta TPM(-3)$		−0.19 (11.31)
Período de estimación	97T2-05T1	97T1-05T1
R <sup>2</sup> ajustado	0.32	0.47
Error estándar de la regresión	0.61%	0.53%
Test LM de correlación serial: F (valor-p)	1.88 (1.45)	0.52 (0.72)
Test de normalidad Jarque-Bera: c <sup>2</sup> (valor-p)	0.49 (0.78)	0.39 (0.82)
Test de heterocedasticidad de White: N·R <sup>2</sup> (valor-p)	5.57 (0.47)	4.12 (0.66)

Entre paréntesis, estadísticos t corregidos (Newey-West)

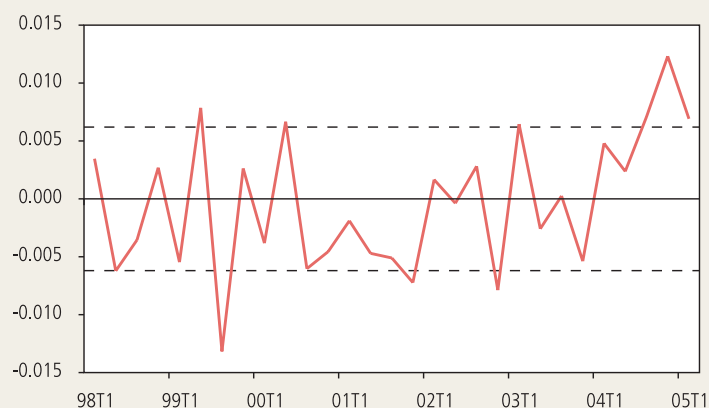
## 1. Ejercicio de Robustez

Como ejercicio de robustez, se buscaron especificaciones alternativas con un procedimiento que va desde lo general a lo específico. Esto significa que, partiendo de un número determinado de rezagos para las variables explicativas, se van descartando de forma secuencial aquellos rezagos y variables (o conjunto de variables) que no resultan significativos. Debido a que se pueden generar secuencias alternativas de eliminación, se puede arribar a modelos específicos que son distintos dependiendo de qué variable o conjunto de variables fue eliminado primero. En este sentido, el procedimiento compara los modelos específicos que ha seleccionado a través de distintas trayectorias (o secuencias) de eliminación de variables y obtiene un modelo final en virtud de un criterio de información determinado. En la práctica se utilizan dos criterios alternativos para la eliminación de variables. El criterio liberal, que consiste en minimizar la probabilidad de omitir una variable relevante, y el criterio conservador, que minimiza la probabilidad de incluir variables irrelevantes.

En este ejercicio, se incorporaron las dos definiciones alternativas de demanda discutidas en los ejercicios previos. Los resultados de las distintas especificaciones (10 en total) confirman los resultados presentados en las ecuaciones E1 y E2. Los incrementos del gasto tienen correlación positiva con la acumulación de existencias, mientras que el diferencial entre tasas largas y cortas se correlaciona de forma negativa. Por otro lado, los rezagos de la variable dependiente aparecen con signo positivo, lo que indica que existe un grado de persistencia en la variación de existencias. Si se incluye como medida de incertidumbre la desviación estándar del crecimiento trimestral del PIB (ventana móvil de un año), dicha medida resulta no significativa.

GRÁFICO 6

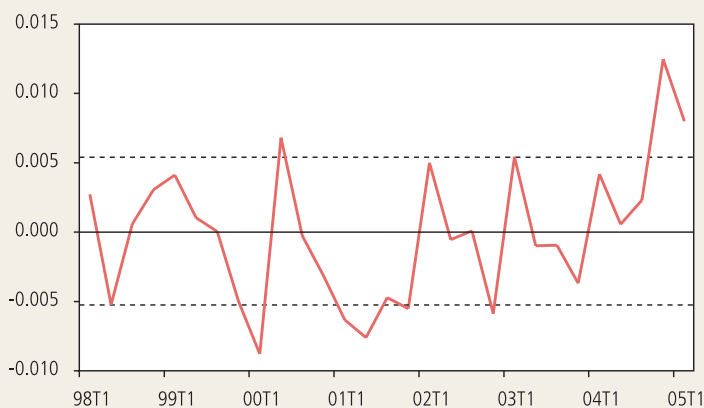
### Residuos de la Ecuación E1 (porcentaje)



Nota: Líneas punteadas indican +/- 1 desviación estándar.

GRÁFICO 7

### Residuos de la Ecuación E2 (porcentaje)



Nota: Líneas punteadas indican +/- 1 desviación estándar.

## IV. CONCLUSIONES

En esta nota se han estimado modelos de comportamiento para la variación de existencias. Si bien este componente se calcula, en lo básico, de forma residual, es importante poder entender los determinantes que están detrás de este componente de la demanda agregada.

En términos teóricos, distinguimos dos modelos que dan cuenta de la evolución de las existencias. El primero, denominado modelo de producción estable, postula que las existencias seguirían un patrón



CUADRO 2	
Error Cuadrático Medio (ECM) (especificación E2)	
Períodos	ECM (%)
1	0.61
2	0.58
3	0.56
4	0.54
5	0.53
6	0.53
7	0.71
8	0.84

contracíclico: cuando la demanda agregada se expande por debajo del crecimiento del PIB, se acumulan existencias de forma tal que la producción se mantiene estable. El segundo modelo, de aceleración de inventarios, sugiere que las existencias crecen en la medida en que la demanda vaya creciendo por encima del producto. De esta forma, se asegura que se puedan satisfacer niveles de demanda en los ciclos expansivos. En este caso, las existencias exhibirían un comportamiento procíclico.

La estimación de modelos alternativos sugiere que la variación de existencias se correlaciona de forma positiva con el crecimiento de la demanda agregada, ya sea que esta última se mida como crecimiento del consumo o de la demanda agregada total (sin inventarios). Además, la acumulación de existencias depende del costo de oportunidad asociado a estas. En particular, el cambio en el diferencial entre tasas de largo y corto plazo se correlaciona de forma

negativa con este componente. La evidencia anterior sugiere que la variación de existencias presenta un comportamiento procíclico, lo que valida el modelo de aceleración de inventarios. Por último, en términos de capacidad predictiva, el modelo que tienen un mejor desempeño es el modelo E2, que relaciona la acumulación de existencias al crecimiento de la demanda agregada sin estas.

REFERENCIAS

Banco Central de Chile. *Informe de Política Monetaria*. Varios números.

Banco Central de Chile (2003). “Modelos Macroeconómicos y Proyecciones del Banco Central de Chile.”

Banco Central de Chile (2005). “Cuentas Nacionales de Chile 1996-2004.”

Blinder, A.S. (1986). “Can the Production Smoothing Model of Inventory Behavior be Saved?” *Quarterly Journal of Economics* 101: 431-54.

Bravo, H.F., L. Luna, V. Correa y F. Ruiz (2002). Desestacionalización de Series Económicas: El Procedimiento Usado por el Banco Central de Chile. Documento de Trabajo N°177, Banco Central de Chile.

Crevits, P., Y. de Lombaerde y G. Van Gastel (1999). “Model for the Cyclical Trend in Stocks in Belgium.” Banco Nacional de Bélgica.

Gallardo, M. y C. Zúñiga (2005). La Encuesta de Inventarios del Banco Central de Chile. Serie de Estudios Económicos N°47, Banco Central de Chile.

Hendry, D.F. y H.-M. Krolzig (2001). *Automatic Econometric Model Selection using PcGets*. Londres, Reino Unido: Timberlake Consultants Press.

Miron, J.A. y S.P. Zeldes (1988). “Seasonality, Cost Shocks and the Production Smoothing Model of Inventories.” *Econometrica* 56: 877-908.